

Apparatus for film coating a substrate

Veröffentlichungsnr. (Sek.) : DE19540255
Veröffentlichungsdatum : 1997-04-30
Erfinder : SZCZYRBOWSKI JOACHIM DR [DE]; TESCHNER GOETZ [DE]
Anmelder : LEYBOLD AG [DE]
Veröffentlichungsnummer : DE19540255
Aktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19951040255 19951028
Prioritätsaktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19951040255 19951028
Klassifikationssymbol (IPC) : H01J37/32; H05H1/46; C23C14/22
Klassifikationssymbol (EC) : C23C14/56F, H01J37/34M2A
Korrespondierende Patentschriften

Bibliographische Daten

Apparatus for film coating a substrate (2), with two cathodes (30,31) each connected to one pole of an alternating current source (15) and each in a separate compartment (4,12) forming a single vacuum chamber (3) together with a number of adjacent compartments (4 to 12') connected by a through-passage (32). The two compartments (4,12) with cathodes (30,31) connected to the current source (15) are separated by several compartments (5 to 11 and 5' to 10') at least partly equipped with an additional sputter cathode (33 to 38) each with separate current supply.

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 195 40 255 A 1

(51) Int. Cl. 6:

H 01 J 37/32

H 05 H 1/48

C 23 C 14/22

(21) Aktenzeichen: 195 40 255.3
(22) Anmeldetag: 28. 10. 95
(23) Offenlegungstag: 30. 4. 97

(71) Anmelder:

Balzers und Leybold Deutschland Holding AG, 63450 Hanau, DE

(72) Erfinder:

Szczyrbowski, Joachim, Dr., 63773 Goldbach, DE;
Teschner, Götz, 63571 Gelnhausen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 24 683 C1
DE 39 12 295 A1
DE 38 08 974 A1
DE 33 00 097 A1
GB 16 01 244
US 43 31 526
EP 06 47 961 A1
EP 01 79 569 A2

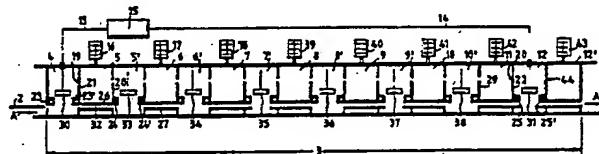
SCHILLER, S., u.a.: Hochrate-Sputtertechnik und deren Einsatz in verschiedenen Industriezweigen. In: Vakuum-Technik, 37.Jg., H.6/1988, S.162-175;

SCHILLER, S., u.a.: Verfahren und Einsatzmöglichkeiten des Plasmatron-Hochratezerstäubens für Beschichtungsaufgaben der Elektronik. In: Vakuum-Technik, 30.Jg., H.7, S.195-207;

KIENEL, G., u.a.: Moderne Beschichtungstechnologien von Architekturglas. In: Vakuum-Technik, 30.Jg., H.8, S.238-245;

(54) Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats

(57) Bei einer Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats (2) mit einer Wechselstromquelle (15), die mit zwei Kathoden (30, 31) verbunden ist, ist der eine Pol der Wechselstromquelle (15) an die eine Kathode (30) und der andere Pol an die andere Kathode (31) über Versorgungsleitungen (13, 14) angegeschlossen, wobei jede der beiden Kathoden (30, 31) in einem eigenen Abteil (4, 12) einer Vielzahl von benachbart angeordneten, zusammen eine Vakuumkammer (3) bildenden, über einen Durchgang (32) miteinander verbundenen Abteilen (4 bis 12') vorgesehen ist, wobei die beiden die mit der Wechselstromquelle (15) verbundenen Kathoden (30, 31) aufweisenden Abteile (4, 12) durch mehrere Abteile (5 bis 11 und 5' bis 10'), die zumindest teilweise mit je einer weiteren Sputterkathode (33 bis 38) mit separater Stromversorgung ausgestattet sind, voneinander abgetrennt angeordnet sind.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats, bestehend aus einer Wechselstromquelle, die mit zwei Magnete einschließenden Kathoden verbunden ist, die elektrisch mit Targets zusammenwirken, die zerstäubt werden, wobei der eine Pol der Wechselstromquelle an die eine Kathode und der andere Pol an die andere Kathode über Versorgungsleitungen angeschlossen sind.

Es ist bereits eine Zerstäubungseinrichtung zur Herstellung dünner Schichten bekannt (DD 2 52 205), bestehend aus einem Magnetsystem und mindestens zwei darüber angeordneten Elektroden aus dem zu zerstäubenden Material, wobei diese Elektroden elektrisch so gestaltet sind, daß sie wechselweise Kathode und Anode einer Gasentladung sind. Die Elektroden sind zu diesem Zwecke an eine sinusförmige Wechselspannung von vorzugsweise 50 Hz angeschlossen.

Diese bekannte Zerstäubungseinrichtung soll besonders für die Abscheidung dielektrischer Schichten durch reaktive Zerstäubung geeignet sein. Durch den Betrieb der Einrichtung mit etwa 50 Hz soll vermieden werden, daß es zur Flitterbildung an der Anode und im Falle von Metallbeschichtung zu elektrischen Kurzschlüssen (so genannten Arcs) kommt.

Bei einer anderen bereits bekannten Vorrichtung zum Aufstäuben eines dünnen Films, bei der die Geschwindigkeit des Niederbringens von Schichten unterschiedlicher Materialien regelbar ist (DE 39 12 572), um so zu extrem dünnen Schichtpaketen zu gelangen, sind mindestens zwei unterschiedliche Arten von kathodenseitig vorgesehenen Gegenelektroden angeordnet.

Weiterhin ist eine Anordnung zum Abscheiden einer Metallegierung mit Hilfe von HF-Kathodenerstäubung bekannt (DE 35 41 621), bei der abwechselnd zwei Targets angesteuert werden, wobei die Targets die Metallkomponenten der abzuscheidenden Metallegierung jedoch mit unterschiedlichen Anteilen enthalten. Die Substrate sind zu diesem Zweck auf einem Substraträger angeordnet, der von einer Antriebseinheit während des Zerstäubungsvorgangs in Rotation versetzt wird.

Durch eine vorveröffentlichte Druckschrift (DE 38 02 852) ist es außerdem bekannt, bei einer Einrichtung für die Beschichtung eines Substrats mit zwei Elektroden und wenigstens einem zu zerstäubenden Material das zu beschichtende Substrat zwischen den beiden Elektroden in einem räumlichen Abstand anzurufen und die Wechselstrom-Halbwellen als niederfrequente Halbwellen mit im wesentlichen gleichen Amplituden zu wählen.

Weiterhin sind ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben (DOS 41 06 770) zum reaktiven Beschichten eines Substrats mit einem elektrisch isolierenden Werkstoff, beispielsweise mit Siliziumdioxid (SiO_2), bestehend aus einer Wechselstromquelle, die mit in einer Beschichtungskammer angeordneten Magnete einschließende Kathoden verbunden ist, die mit Targets zusammenwirken, wobei zwei erdfreie Ausgänge der Wechselstromquelle mit je einer ein Target tragenden Kathode verbunden sind, wobei beide Kathoden in der Beschichtungskammer nebeneinanderliegend in einem Plasmaraum vorgesehen sind und zum gegenüberliegenden Substrat jeweils etwa den gleichen räumlichen Abstand aufweisen. Der Effektivwert der Entladespannung wird dabei von einer über eine Leitung an die Kathode angeschlossenen Spannungseffektivwerterfassung gemessen und als Gleichspannung einem Regler

über eine Leitung zugeführt, der über ein Regelventil den Reaktivgasfluß vom Behälter in die Verteilerleitung so steuert, daß die gemessene Spannung mit einer Sollspannung übereinstimmt.

Schließlich ist eine Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats, insbesondere mit nichtleitenden Schichten von elektrisch leitfähigen Targets in reaktiver Atmosphäre bekannt (DE 42 04 999), bestehend aus einer Stromquelle, die mit in einer evakuierbaren Beschichtungskammer angeordneten Magnete einschließenden Kathoden verbunden ist, die elektrisch mit den Targets zusammenwirken, wobei zwei elektrisch voneinander und von der Sputterkammer getrennte Anoden angeordnet sind, die in einer Ebene zwischen den Kathoden und dem Substrat vorgesehen sind, wobei die beiden Ausgänge der Sekundärwicklung eines mit einem Mittelfrequenzgenerator verbundenen Transformators jeweils an eine Kathode über Versorgungsleitungen angeschlossen sind, wobei die erste und die zweite Versorgungsleitung über eine Zweigleitung untereinander verbunden sind, in die ein Schwingkreis, vorzugsweise eine Spule und ein Kondensator, eingeschaltet sind, und wobei jede der beiden Versorgungsleitungen jeweils sowohl über ein das Gleichspannungspotential gegenüber Erde einstellendes erstes elektrisches Glied mit der Beschichtungskammer als auch über ein entsprechendes zweites elektrisches Glied mit der jeweiligen Anode und über jeweils eine Zweigleitung mit eingeschaltetem Kondensator mit der Beschichtungskammer verbunden ist und wobei eine Drosselpule in den Schwingkreis mit dem zweiten Sekundäranschluß verbinden Ab schnitt der ersten Versorgungsleitung eingeschaltet ist.

Während die bekannten Vorrichtungen sich damit be fassen, das "Arcing", d. h. die Bildung unerwünschter Lichtbögen zu verhindern und die Oberfläche der Targets vor der Bildung isolierender Schichten zu bewahren, soll der Gegenstand der vorliegenden Erfindung nicht nur die Stabilität des Sputterprozesses erhöhen, sondern auch geeignet sein, eine Sputteranlage nach dem Auspumpen möglichst rasch zu konditionieren, wo zu die inneren Flächen der Kammer, Einbauten und Targets von der Wasserbenetzung zu befreien sind.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der eine Pol der Wechselstrom quelle an die eine Kathode und der andere Pol an die andere Kathode über Versorgungsleitungen angeschlossen sind, wobei jede der beiden Kathoden in einem eigenen Abteil einer Vielzahl von benachbarten, zusammen eine Vakuumkammer bildenden, über einen Durchgang miteinander verbundenen Abteilen vorgesehen ist, wobei die beiden die mit der Wechselstrom quelle verbundenen Kathoden aufweisenden Abteile durch ein oder mehrere Abteile, die zumindest teilweise mit je einer Sputterkathode ausgestattet sind, voneinander abgetrennt vorgesehen sind.

Weitere Einzelheiten und Merkmale sind in den Patentansprüchen näher erläutert und gekennzeichnet.

Die Erfindung läßt die verschiedensten Ausführungs möglichkeiten zu; eine davon ist in der anliegenden Zeichnung, die das Schema einer Flachglasbeschichtungs-Durchlaufanlage zeigt, dargestellt.

Die Vorrichtung besteht aus einer Vakuum-Hauptkammer 3, die in eine Vielzahl von einzelnen Abteilen 4 bis 12, 5' bis 12' aufgeteilt ist, wobei alle Abteile über einen zumindest abschnittsweise mit Hilfe von Rohren oder Schächten 26, 27, ... gebildeten Durchgang 32 untereinander in Verbindung stehen und das erste und das vorletzte der Abteile 1 bzw. 12 jeweils mit einer Katho-

de 30, 31 ausgestattet ist, wobei die beiden Kathoden 30, 31 über Versorgungsleitungen 13, 14 mit den Polen der Wechselstromquelle 15, beispielsweise einem Mittelfrequenz-Generator, verbunden sind. Das zweite, vierte, sechste usw. Abteil 5 bis 11 und 12' ist jeweils an eine eigene Vakuumpumpe 16, 17, 18 bzw. 39 bis 43 angeschlossen, wobei die Abteile 4 bis 12' untereinander über Öffnungen 19, 20, ... in den jeweiligen Trennwänden 21, 22, ... verbunden sind. Die Abteile 4, 5' bis 10', 12 sind an Gaszuführleitungen 23, 23'; 24, 24'; 25, 25'; ... angeschlossen, über die Prozeßgas in die einzelnen Abteile 4, 5' bis 10' und 12 eingelassen werden kann. Das Substrat 2 (z. B. die Flachglasscheibe) wird während des Beschichtungsvorgangs entlang dem Durchgang 32 durch die Rohre oder Schächte 26, 27, ... transportiert und an den beiden Kathoden 30, 31 vorbei bewegt, wobei die einzelnen Abteilungen eine feinfühlige Einstellung der Sputterbedingungen für die beiden Kathoden 30, 31 gestatten.

Die Kathoden 30, 31, die beide zusammen von einem Wechselstromgenerator 15 gespeist werden, sind in den Abteilen 4, 12 angeordnet, die jeweils über Öffnungen 19, 20, 44 mit den benachbarten Abteilen 5, 11 und 12' verbunden sind, über die die Kathoden-Abteile 4, 12 evakuiert werden. Die Gas-Einlässe 23, 23' bzw. 25, 25' versorgen die Kathoden 30, 31 mit Prozeßgas, z. B. Argon.

Die in den Abteilen 5', 6' bis 10' angeordneten Kathoden 33 bis 38 sind mit in der Zeichnung nicht näher dargestellten Stromquellen verbunden und können sowohl mit Gleichstrom, als auch mit Wechselstrom, beispielsweise mit Mittelfrequenz, betriebene Sputterkathoden sein.

Im dargestellten Falle handelt es sich um das Schema einer Flachglas-Beschichtungsanlage, bei der die Glasscheibe 2 von links kommend in Pfeilrichtung A alle Stationen durchläuft bzw. alle Abteile passiert und am rechten Ende des Durchgangs 32 in Pfeilrichtung A wieder austritt. Die Kathoden 33 bis 38 dienen in diesem Falle ausschließlich der Glasbeschichtung, während die mit Wechselstrom versorgten Kathoden 30 und 31 für die Konditionierung der Durchlaufanlage Sorge tragen und während des eigentlichen Beschichtungsvorgangs ausgeschaltet bleiben.

Glasbeschichtungsanlagen benötigen im allgemeinen etwa 8 bis 10 Stunden zur Konditionierung. Diese Zeit geht daher der Produktion verloren. Standard-Glimm-einrichtungen zur Verstärkung der Desorption haben sich nicht durchsetzen können, da sie in dem Raum, in dem während des Betriebes eine starke Verschmutzung eintritt, zusätzliche Elektroden benötigen. Diese erzeugen dann Flitter und andere Abplatzungen.

Vorteil der vorgeschlagenen Anordnung ist es, daß in den Räumen, in denen die Desorption verstärkt werden soll, keine zusätzlichen Einbauten erforderlich sind. Hinzu kommt, daß das Plasma hauptsächlich im Bereich zwischen der Transporteinrichtung und dem Anlagenboden brennt, so daß auch die Bereiche erfaßt werden, die sich den normalen Reinigungszyklen entziehen.

Durch das intensive Magnetronplasma wird eine starke Desorption an allen inneren Oberflächen der Beschichtungsanlage bewirkt. Das Magnetronplasma hat eine um den Faktor 10 größere Ladungsträgerdichte gegenüber den bekannten DC-Glimmreinigungsplasmen. Die für DC typische Einschnürung des Plasmas tritt bei der Mittelfrequenz nicht auf. Das Plasma erfüllt die ganze Kammer 3. In dieser Anordnung eine DC-Magnetronentladung zu zünden, ist technisch ohne weitere

Hilfsmittel nicht möglich. Die Mittelfrequenzentladung zündet demgegenüber problemlos.

Bei der DC-Entladung treten weitere Probleme dadurch auf, daß die Kathode eine Anode benötigt, so daß entweder eine zusätzliche Elektrode eingebaut werden muß, oder daß die Gettersputterstrecke nur einseitig in der Anlage angeordnet ist.

Die Zeichnung zeigt den typischen Aufbau einer Glasbeschichtungsanlage mit mehreren Kathoden, die jeweils in einem gesonderten Abteil angeordnet sind. Zu jeder Kathode gehört ein Gaseinlaß- und -verteilungssystem. Die Kathodenabteile werden durch die jeweils benachbarten Pumpabteile 5 bis 11, 12' evakuiert. Die Zeichnung zeigt eine Variante, bei der die erste und die Letzte Kathode 30, 31 der Anlage für die Plasmaerzeugung an den Mittelfrequenzgenerator 15 angeschlossen sind. Dazu sind sie von den zugehörigen DC-Stromversorgungen (nicht dargestellt) getrennt. Wird nun die Mittelfrequenzspannung an die Kathoden 30, 31 angelegt, so bildet sich ein Plasmaband durch die gesamte Anlage. Mit den Gaseinlässen der Kathoden, die sich zwischen den beiden mit Mittelfrequenz gespeisten Kathoden befinden, kann die Plasmaintensität in den Kammer variert werden. Zum Konditionieren besputtern die Kathoden 30, 31 das Bodenteil des Kammer 3; es ist jedoch durchaus sinnvoll, Substrate unterhalb der beiden Kathoden 30, 31 anzurichten, die später entfernt werden, um eine unnötige Beschichtung dieses Bodenteils zu verhindern. Als Target für die Kathoden 30, 31 empfiehlt sich ein Titan-Target.

Bezugszeichenliste

- 2 Substrat, Glasscheibe
- 35 3 Vakuum-Hauptkammer
- 4, 4' Abteilung
- 5, 5' Abteilung
- 6, 6' Abteilung
- 7, 7' Abteilung
- 40 8, 8' Abteilung
- 9, 9' Abteilung
- 10, 10' Abteilung
- 11, 11' Abteilung
- 12, 12' Abteilung
- 45 13 Versorgungsleitung
- 14 Versorgungsleitung
- 15 Wechselstromquelle
- 16 Vakuumpumpe
- 17 Vakuumpumpe
- 50 18 Vakuumpumpe
- 19 Öffnung
- 20 Öffnung
- 21 Trennwand
- 22 Trennwand
- 55 23, 23' Gaszuführleitung
- 24, 24' Gaszuführleitung
- 25, 25' Gaszuführleitung
- 26 Rohrschacht
- 27 Rohrschacht
- 60 28 Trennwand
- 29 Trennwand
- 30 Kathode
- 31 Kathode
- 32 Durchgang
- 65 33 Kathode
- 34 Kathode
- 35 Kathode
- 36 Kathode

37 Kathode
 38 Kathode
 39 Vakuumpumpe
 40 Vakuumpumpe
 41 Vakuumpumpe
 42 Vakuumpumpe
 43 Vakuumpumpe
 44 Öffnung

5

Patentansprüche

10

1. Vorrichtung zum Beschichten eines Substrats (2), bestehend aus einer Wechselstromquelle (15), die mit zwei Magnete einschließende Kathoden (30, 31) verbunden ist, die elektrisch mit den Targets zusammenwirken, wobei der eine Pol der Wechselstromquelle (15) an die eine Kathode (30) und der andere Pol an die andere Kathode (31) über Versorgungsleitungen (13, 14) angeschlossen ist, wobei jede der beiden Kathoden (30, 31) in einem eigenen Abteil (4, 12) einer Vielzahl von benachbart angeordneten, zusammen eine Vakuumkammer (3) bildenden, über einen Durchgang (32) miteinander verbundenen Abteilen (4 bis 12') vorgesehen ist, wobei die beiden die mit der Wechselstromquelle (15) verbundenen Kathoden (30, 31) aufweisenden Abteile (4, 12) durch ein oder mehrere Abteile (5 bis 11 und 5' bis 10'), die zumindest teilweise mit je einer Sputterkathode (33 bis 38) ausgestattet sind, voneinander abgetrennt, angeordnet sind. 15

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das letzte Abteil (4 bzw. 12) von in einer Reihe nebeneinanderliegenden Abteilen (4 bis 12') jeweils mit einer Kathode (30 bzw. 31) ausgestattet sind, wobei in beide Abteile (4, 12) zusätzliche Gasleitungen (23, 23' bzw. 25, 25') einmünden, über die ein Prozeßgas in diese Abteile (4, 12) einleitbar ist. 20

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchgang (32) für den Transport der Substrate (2) durch die Kathodenstationen (4 und 12), deren Kathoden mit der Wechselstromquelle (15) verbunden sind, partiell über in einer Flucht angeordnete Rohre oder Schächte (26, 27 usw.) erfolgt, die durch einzelne, die Abteile voneinander abtrennende Wände (21, 28 bzw. 22, 29 usw.) dichtend hindurchgeführt sind, wobei die Abteile (5 bzw. 12') durch die die Rohre oder Schächte (26, 27, ...) hindurchragen, über Durchbrüche oder Öffnungen (19, 20 usw.) in den Trennwänden (21, 22 usw.) 25 mit den Abteilen (4, 12) für die Kathoden (30, 31) korrespondieren. 40

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Abteilen (4, 12) für die beiden an den Generator (15) angeschlossenen Kathoden (30, 31) weitere Abteile (5' bis 10') vorgesehen sind, in denen Sputterkathoden (33 bis 38) angeordnet sind, die mit einer zweiten Stromquelle verbunden sind, wobei diese Kathoden (33 bis 38) aufweisenden Abteile (5' bis 10') zum Durchgang (32) für das Substrat (2) hin offen sind und das Substrat (2) beim Transport durch den Durchgang (32) in den Wirkungsbereich aller dieser Kathoden (33 bis 38) gelangt. 45

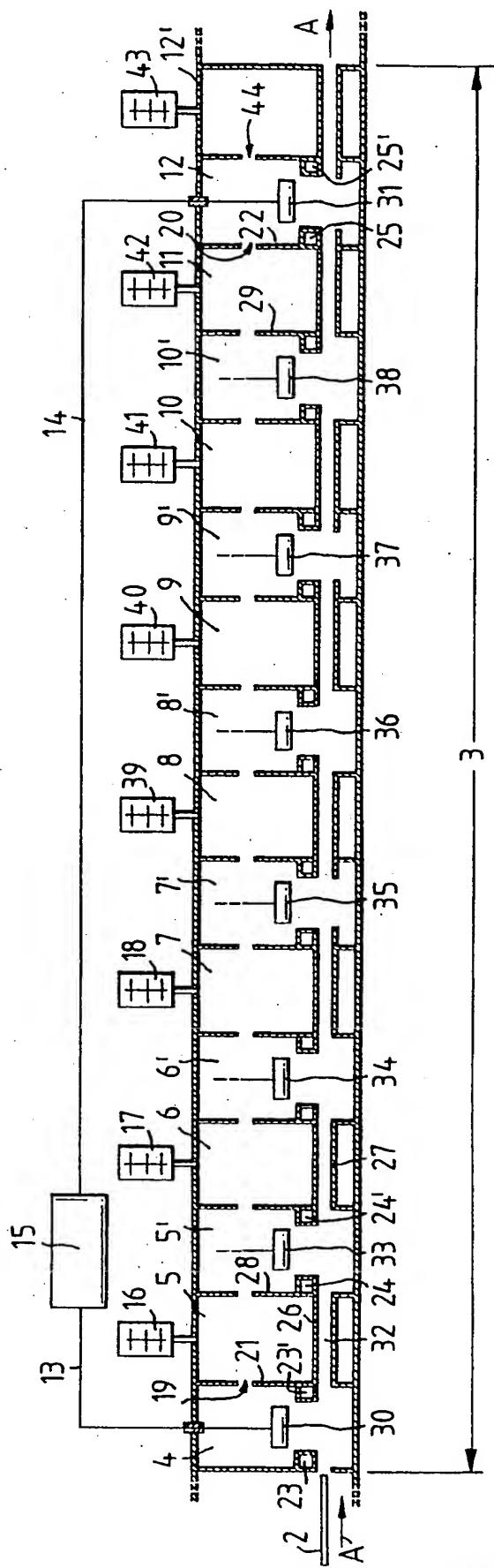
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Abteilen (4, 12) für die beiden an den Generator (15) angeschlossenen Kathoden (30, 31) weitere Abteile (5' bis 10') vorgesehen sind, in denen Sputterkathoden (33 bis 38) angeordnet sind, die mit einer zweiten Stromquelle verbunden sind, wobei diese Kathoden (33 bis 38) aufweisenden Abteile (5' bis 10') zum Durchgang (32) für das Substrat (2) hin offen sind und das Substrat (2) beim Transport durch den Durchgang (32) in den Wirkungsbereich aller dieser Kathoden (33 bis 38) gelangt. 50

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Abteilen (4, 12) für die beiden an den Generator (15) angeschlossenen Kathoden (30, 31) weitere Abteile (5' bis 10') vorgesehen sind, in denen Sputterkathoden (33 bis 38) angeordnet sind, die mit einer zweiten Stromquelle verbunden sind, wobei diese Kathoden (33 bis 38) aufweisenden Abteile (5' bis 10') zum Durchgang (32) für das Substrat (2) hin offen sind und das Substrat (2) beim Transport durch den Durchgang (32) in den Wirkungsbereich aller dieser Kathoden (33 bis 38) gelangt. 55

7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Abteilen (4, 12) für die beiden an den Generator (15) angeschlossenen Kathoden (30, 31) weitere Abteile (5' bis 10') vorgesehen sind, in denen Sputterkathoden (33 bis 38) angeordnet sind, die mit einer zweiten Stromquelle verbunden sind, wobei diese Kathoden (33 bis 38) aufweisenden Abteile (5' bis 10') zum Durchgang (32) für das Substrat (2) hin offen sind und das Substrat (2) beim Transport durch den Durchgang (32) in den Wirkungsbereich aller dieser Kathoden (33 bis 38) gelangt. 60

65

- Leerseite -



BEST AVAILABLE COPY